



***COMPARACIÓN ELECTROCARDIOGRÁFICA DE LA REPOLARIZACIÓN
VENTRICULAR EN DEPORTISTAS PROFESIONALES VS CONTROLES***

Residencia Universitaria de Cardiología Hospital Italiano

**Cátedra de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas de la
Universidad Nacional de La Plata**

Autor: Badr Juan Manuel

Director de Residencia: Dr Jorge Camilletti

RESÚMEN

“Comparación electrocardiográfica de la repolarización Ventricular en deportistas profesionales vs controles”

INTRODUCCION:

El entrenamiento deportivo produce una serie de adaptaciones morfológicas y funcionales que en algunas ocasiones se manifiestan en el electrocardiograma (ECG). Las modificaciones en la repolarización ventricular, son hallazgos muy frecuentes que plantean dudas diagnósticas entre lo fisiológico y lo patológico.

OBJETIVO:

El objetivo del presente estudio fue determinar en el ECG las diferencias en la repolarización de deportistas profesionales y sujetos control.

MATERIAL Y METODOS:

En enero de 2007 se realizaron ECG a 35 futbolistas profesionales, que participan en la primera división de fútbol argentino. Se analizaron las variables correspondientes a la repolarización la cuales fueron comparadas con las de sujetos control no deportistas.

RESULTADOS:

La población de futbolistas profesionales mostró una mayor incidencia de Repolarización Precoz que el Grupo control (71,8 % vs 22,7% $p < 0,05$). Los valores de intervalo QTm y QTc fueron mayores en la población de futbolistas profesionales que en los sujetos controles (QTm: 442 ± 38 vs 366 ± 36 mseg, $p < 0,05$; y QTc: 452 ± 25 vs 389 ± 32 mseg, $p < 0,05$).

El incidencia de Intervalo QTc prolongado (> 450 mseg) fue superior en el grupo de futbolistas profesionales que en los sujetos controles (45, 8% vs 20 %, $p < 0,05$) y éste hallazgo

fue encontrado solamente en aquellos sujetos que presentaban criterios de repolarización precoz, de ambas poblaciones.

CONCLUSION:

En este estudio pudimos observar que el entrenamiento deportivo que realizan los futbolistas profesionales, se asocia en el ECG con una mayor incidencia de repolarización precoz y valores más prolongados de intervalo QT; y que existe una estrecha relación entre la presencia de Repolarización Precoz y la prolongación del intervalo QT.

PALABRAS CLAVES: *Repolarización Ventricular – Deportistas profesionales – Repolarización Precoz*

INTRODUCCIÓN

La actividad deportiva induce una serie de adaptaciones morfológicas y funcionales en el corazón humano relacionadas con el tipo, duración e intensidad del entrenamiento, y con los años de práctica deportiva. Su expresión clínica y electrocardiográfica depende de factores genéticos, humorales y, en gran medida, del tipo de entrenamiento. Estas adaptaciones sólo aparecen con aquellos deporte en los que predomina el ejercicio dinámico, y en los que el aporte de oxígeno a los músculos en activo se realiza fundamentalmente a partir del metabolismo aeróbico. Por el contrario los deportes con predominio del ejercicio estático o explosivo y una demanda energética fundamentalmente anaeróbica apenas producen modificaciones morfológicas o funcionales cardíacas (1).

El electrocardiograma realizado en atletas competitivos puede mostrar distintos hallazgos electrocardiográficos anormales; y estos pueden indicar variantes de la normalidad como así también verdaderas patologías (2). Las modificaciones en la repolarización ventricular, son hallazgos muy frecuentes que plantean dudas diagnósticas entre lo fisiológico y lo patológico. El reconocimiento de las modificaciones electrocardiográficas de la repolarización en atletas de alto rendimiento, puede ser de utilidad para el médico cardiólogo, en la evaluación de entidades patológicas causantes de muerte súbita, como son los Síndromes de QT prolongado, la Displasia Arritmogénica del Ventrículo derecho, el Sme de Brugada y la Fibrilación Ventricular Idiopática (3, 4).

En Argentina el deporte más popular es el Fútbol, elegido por personas de distintos rangos etarios, y practicado tanto a nivel recreacional, amateur y profesional.

Este es un deporte de características acíclicas. De los estudios de análisis – tiempo efectuados en campo de juego, el futbolista presenta, de acuerdo con su ubicación en el campo de juego y función en el equipo, diferentes características de adaptación fisiológica durante el

desarrollo de un partido de fútbol. La intensidad media relativa del ejercicio físico durante una actividad de fútbol competitivo es de aproximadamente del 70% del consumo máximo de oxígeno (5).

En los adultos jóvenes (20 a 35 años de edad) es donde encontramos la mayor parte de los futbolistas de alto rendimiento. En el análisis de este grupo etario debemos tener en cuenta que las causas más frecuentes de muerte súbita son: Miocardiopatía Hipertrófica, Anomalías de las arterias coronarias, rotura de la aorta (Síndrome de Marfan), Displasia Arritmogénica del ventrículo derecho, Fibrilación ventricular idiopática y coronariopatía (poco probable en ausencia de factores de riesgo) (6).

El objetivo del presente trabajo fue analizar en el electrocardiograma las diferencias en la repolarización ventricular izquierda, entre futbolistas profesionales y sujetos control.

MATERIAL Y METODOS

Durante enero de 2007, se evaluó a 35 futbolistas profesionales, de sexo masculino, de entre 18 y 35 años de edad, que participan en Primera División de Fútbol Argentino, pertenecientes al Club Estudiantes de La Plata. Todos ellos fueron citados en el Country Club de City Bell, centro de entrenamientos de dicha institución.

Se les realizó un reconocimiento cardiológico básico que incluía: anamnesis interrogando la presencia de antecedentes personales de síncope y el antecedente de muerte súbita en familiares de primer orden; cálculo de Índice de masa Corporal (IMC), control de Tensión Arterial (TA) en reposo (resultado del promedio de 2 determinaciones separadas por un intervalo de 10 minutos) y Electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones en reposo.

En el electrocardiograma se analizaron las siguientes variables de la repolarización ventricular: presencia de Repolarización Precoz y medición del intervalo QT; de acuerdo con las definiciones del *Consenso de Estandarización e Interpretación de Electrocardiografía* publicados por la American College of Cardiology y American Heart Association en el año 2009 (7). (Tabla 1.)

El intervalo QT se ha corregido (QT c) según la frecuencia cardíaca, de acuerdo a la *fórmula de Bazet*: $QT\ m/\sqrt{R-R\ (seg)}$. Estas variables electrocardiográficas, constituyen el análisis principal de nuestro trabajo.

Como análisis secundario, evaluamos la presencia de dos criterios electrocardiográficos de Hipertrofia ventricular izquierda: Índice de Sokolow y altura de la onda R en la derivación unipolar AVL. (Tabla 2)

Comparativamente se analizaron las correspondientes variables clínicas y electrocardiográficas, en una población de 35 sujetos no deportistas, de sexo masculino, del mismo rango etario; que constituyó nuestro grupo control.

TABLA 1. Definiciones de Repolarización Precoz e Intervalo QT. (Consenso de Estandarización e Interpretación de Electrocardiografía ACC/ AHA 2009)

Repolarización Precoz	<p><i>Elevación de la unión del complejo QRS con el segmento ST (punto J) por encima de 0,1 mv, en al menos dos derivaciones,</i></p> <p><i>Transición del QRS con el segmento ST puede ser suave o lenta, en forma de muesca (Notching) llamada onda J (de polaridad positiva sobre la onda S),</i></p> <p><i>Asociados o no, a la elevación difusa del segmento ST.</i></p>
Intervalo QT	<p><i>Intervalo que comienza en el inicio del complejo QRS hasta el final de la onda T. Su medición se realiza en la derivación ECG con QTm más prolongado.</i></p> <p><i>No debe exceder: 450 mseg en adolescentes y adultos jóvenes</i></p>

TABLA 2. Criterios de Hipertrofia Ventricular izquierda. (Consenso de Estandarización e Interpretación de Electrocardiografía ACC/ AHA 2009)

Índice de Sokolow	$(S \text{ de } V1) + R (V5 \text{ o } V6) \geq 35 \text{ mm}$	Sensibilidad 42,5 % Especificidad 95 %
Altura de onda R en AVL	$\geq 7,5 \text{ mm}$	Sensibilidad 22 % Especificidad 96 %

Análisis Estadístico:

Los datos clínicos y demográficos son expresados como valores promedio (media) ± 1 desvío Standard. En el análisis de las variables electrocardiográficas, la presencia de repolarización precoz e hipertrofia ventricular izquierda, son expresados como porcentajes; mientras que los

valores del Intervalo QTm y QTc son expresados como valores promedio (media) ± 1 desvío Standard.

La comparación entre las variables respectivas para cada población en estudio (Futbolistas profesionales vs Grupo control) se realizó según el Test de Student, considerando una diferencia estadísticamente significativa a un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Variables clínicas y demográficas:

Las características clínicas y demográficas de los dos grupos evaluados se exponen en la tabla 3.

El grupo de futbolistas profesionales presentó menores valores de frecuencia cardíaca con respecto al grupo control ($65,8 \pm 6,1$ lpm vs $74,6 \pm 9,8$ lpm $p < 0,005$)

A pesar de que el grupo control presentó una media de IMC (IMC: $25,11 \pm 4,4$) que se encuentra dentro del rango para la definición de sobrepeso, y que la media de IMC en el grupo de futbolistas profesionales se encontró en el rango de la normalidad (IMC $23,5 \pm 1,5$); ésta diferencia encontrada no es estadísticamente significativa (p NS).

TABLA 3. Características demográficas y clínicas entre Futbolistas profesionales vs Grupo Control.

Características	Futbolistas Profesionales	Grupo Control	Valor de p
Edad	$25,02 \pm 4,8$	$26,09 \pm 4,8$	NS
Horas de actividad física por semana	$15 \pm 1,2$	$4,6 \pm 2,3$	$<0,001$
Historia personal de síncope	0	0	NS
Historia familiar de muerte súbita	0	0	NS
Frecuencia Cardíaca (Lpm)	$65,8 \pm 6,1$	$74,6 \pm 9,8$	$<0,005$
TA sistólica(mmHg)	$116,9 \pm 10,3$	$119,1 \pm 12,1$	NS
TA diastólica (mmHg)	$66,6 \pm 6,2$	$69,2 \pm 9,1$	NS
IMC	$23,5 \pm 1,5$	$25,11 \pm 4,4$	NS

Análisis electrocardiográfico:

Las variables electrocardiográficas se exponen en la Tabla 4.

La población de futbolistas profesionales mostró una mayor incidencia de Repolarización Precoz que el Grupo control (71,8 % vs 22,7% $p < 0,05$).

Los valores de Intervalo QTm y QTc fueron mayores en la población de futbolistas profesionales que en el grupo control; ambas diferencias fueron estadísticamente significativas.

La media para los valores de QTm de ambas poblaciones se encontraron dentro los valores normales. Mientras que la media para los valores de QTc se encontró dentro del valor normal en los sujetos controles, pero fue prolongada (> 450 mseg) en el grupo de Futbolistas profesionales.

TABLA 4. Características Electrocardiográficas

Características	Futbolistas Profesionales	Grupo Control	Valor de p
Repolarización precoz (%)	71,8	22,7	$< 0,05$
QT m (mseg)	442 ± 38	366 ± 36	$< 0,05$
QT c (mseg)	452 ± 25	389 ± 32	$< 0,05$
Sokolov ≥ 35 mm (%)	86	11	$< 0,005$
Onda R en AVL ≥ 7 mm (%)	34,9	31,1	NS

La población de Futbolistas profesionales presentó mayor porcentaje de sujetos con QTc prolongado (> 450 mseg) que el grupo control (45,8% vs 20% $p < 0,05$). En ambos grupos la presencia de Intervalo QTc prolongado ocurrió sólo en aquellos que tenían criterios de repolarización precoz. (Figura 1).

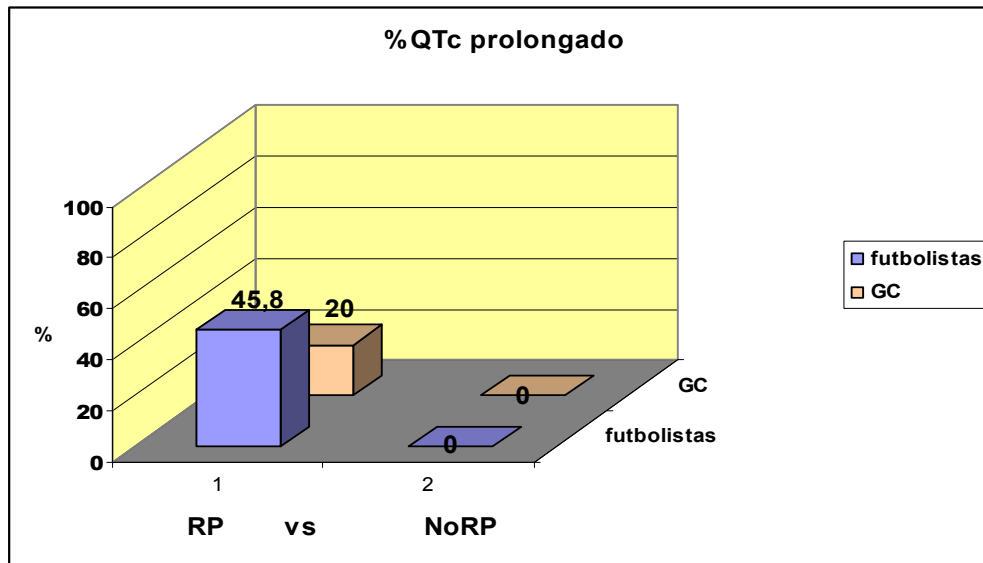


Figura 1. Porcentaje Intervalo QTc prolongado en Futbolistas Profesionales Vs Grupo Control (G C), de acuerdo a la presencia o no de Repolarización Precoz (RP).

En la evaluación de los criterios de hipertrofia ventricular izquierda utilizados en este trabajo, la presencia del Índice de Sokolov positivo fue diferente entre los dos grupos (Futbolistas profesionales 86% vs Grupo Control 11%; $p < 0,005$), mientras que la altura de Onda R en AVL ≥ 7 mm fue similar en ambos grupos (34,9% vs 31,1 %, p NS)

DISCUSIÓN

En este trabajo comparamos diferentes características entre una población de deportistas profesionales y una población de sujetos que no realizan actividad física de alta competencia.

Dentro las variables clínicas y demográficas, observamos que los valores de frecuencia cardíaca son menores en los futbolistas profesionales. Este es un hallazgo común de distintos estudios publicados, encontrando a la bradicardia sinusal como la alteración del ritmo cardíaco mas frecuente (17,3%) (8).

Aunque no hubo diferencias significativas respecto del IMC, no evaluamos otros parámetros antropométricos, como son el porcentaje de tejido graso y muscular, ambos contribuyentes del peso corporal.

Los futbolistas profesionales tuvieron una mayor incidencia de Repolarización Precoz, y estos datos son similares a los publicados por Antzelevitch y colaboradores (Repolarización Precoz: Atletas 56% vs población general 10,2 %) (9).

De acuerdo con la definición electrocardiográfica de Repolarización Precoz actualizada en el año 2005 por J. Shu y colaboradores (10), y ratificada en el *Consenso de Estandarización e Interpretación de Electrocardiografía* publicados por la American College of Cardiology y American Heart Association en el año 2009; existen 3 Síndromes Cínicos que presentan las características previamente descritas: el Sme de Brugada, La Fibrilación Ventricular Idiopática y la Repolarización Precoz propiamente dicha o benigna. Los fundamentos celulares y los mecanismos iónicos de éstos, responden a un disbalance entre las corrientes iónicas Ito mediadas de la fase 1 de la repolarización ventricular entre el epicardio y el endocardio; y la magnitud de dicho disbalance es lo que diferencia a estos síndromes en términos electrobioquímicos (11).

El Síndrome de Brugada es una entidad con una fisiopatología, diagnóstico y tratamiento ampliamente estudiados y difundidos globalmente a partir del año 1992 (12, 13).

La Fibrilación Ventricular Idiopática asociada a Repolarización Precoz en el ECG tiene un comportamiento clínico agresivo y alta tasa de recurrencias (14, 15).

La Repolarización Precoz propiamente dicha tiene alta prevalencia en la población general. Es más frecuente en jóvenes, atletas y en la raza negra. A largo plazo su pronóstico es benigno (16).

En la actualidad la identificación de grupos de riesgo para desarrollar FV, en pacientes que presenta criterios de la RP, constituye un tema de debate entre expertos (17, 18, 19, 20).

En distintos trabajos previamente publicados se ha planteado la dificultad en la determinación, de donde debe medirse la terminación del intervalo QT. En el *Consenso de Estandarización e Interpretación de Electrocardiografía*, se expone que el final del intervalo QT no debe incluir a la onda U, si esta se encuentra separada de la onda T; y en caso contrario de que la onda U se encuentre solapada o superpuesta a la onda T, debiera formar parte de la medición del intervalo QT. Esta aclaración tiene lugar debido que la presencia de onda U es un hallazgo electrocardiográfico frecuente en deportistas profesionales.

En el presente trabajo el grupo de deportistas profesionales presentaron mayores valores de intervalo QTm y QTc. Teniendo en cuenta el punto de corte para la definición de QTc prolongado para el sexo masculino y para el grupo etario en que se encuentran nuestros dos grupos de estudio (> 450 msec), encontramos una incidencia del 45,8 % en deportistas vs. 20 % en el grupo control; y este hallazgo solo se asoció con la presencia de Repolarización Precoz.

Con respecto a los dos criterios electrocardiográficos de Hipertrofia ventricular izquierda (HVI) utilizados, hubo un mayor porcentaje de Índice de Sokolov positivo en el grupo de deportistas que en el grupo control, no encontrando diferencias entre ambos grupos en la

utilización de la altura de la onda R en la derivación AVL como criterio de HVI. Éste último hecho puede explicarse por una mayor frecuencia de corazones en posición eléctrica vertical en el grupo de deportistas (lo cual subestima la altura de la onda R en AVL), y de una mayor frecuencia de corazones en posición eléctrica horizontal en el grupo control (lo cual puede sobrestimar la altura de la onda R en AVL) (21).

Conclusión:

En este estudio pudimos observar que el entrenamiento deportivo que realizan los futbolistas profesionales, se asocia en el ECG con una mayor incidencia de repolarización precoz y valores mas prolongados de intervalo QT; y que existe una estrecha relación entre la presencia de Repolarización Precoz y la prolongación del intervalo QT.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Boraita A, Serratos L. *El corazón del deportista: hallazgos electrocardiográficos más frecuentes*. Rev. Esp. Cardiol 1998; 51: 356 – 368
- 2) Bjornstad H, Storstein L. *Ambulatory electrocardiographic findings in top athletes, athletic students and control subjects*. Cardiology 1996; 84: 42 – 50
- 3) Corrado D, Pellicia A, Bjornstad H. *Cardiovascular preparticipation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol*. European Heart Journal 2005; 26 : 516 – 524
- 4) Fagard R, Corrado D, Pellicia A, Bjornstad H. *Recommendations for competitive sports participation in athletes with cardiovascular disease*. European Heart Journal 2005; 26 : 1422 – 1445
- 5) *Consenso corazón y deporte*. Revista Argentina de Cardiología vol 75 suplemento 4 / noviembre-diciembre 2007
- 6) Mitten MJ, Maron BJ, Zipes DP. *Task Force 12: legal aspects of the 36 th Bethesda Conference recommendations*. J Am Coll Cardiol 2005;45:1373-5.
- 7) Rautaharju PM, Surawicz B, Gettes L. *AHA/ ACCF /HRS Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram. Part IV*. J Am Coll Cardiol vol 53 N° 11, 2009.
- 8) Wu J, Stork TL, Brady W. *The athlete's electrocardiogram*. Am Journal of Emergency Medicine 2006; 24: 77-86.
- 9) IGussak, and C Antzelevitch. *Early Repolarization Syndrome: Clinical Characteristics and Possible Cellular and Ionic Mechanisms*. Journal of Electrocardiology Vol. 33 No. 4 2000
- 10) J Shu, MD. *ST segment elevation in the early repolarization syndrome, idiopathic ventricular fibrillation, and the Brugada syndrome: cellular and clinical linkage*. Journal of Electrocardiology 38 (2005) 26–32
- 11) Elizari M, Chiale P. *Arritmias Cardíacas: fundamentos celulares y moleculares, Diagnóstico y tratamiento*. 2ª edición. Editorial Panamericana. Año 2004
- 12) Brugada P, Brugada J. www.brugada.org
- 13) ACC/AHA/HRS *Guidelines for Device-Based Therapy of Cardiac Rhythm Abnormalities*. Am Coll Cardiol 2008
- 14) Michel Haïssaguerre, MD. *Characteristics of Recurrent Ventricular Fibrillation Associated With Inferolateral Early Repolarization*. Journal of the American College of Cardiology Vol. 53, No. 7, 2009

- 15) Haïssaguerre M, , Knecht S. *Long Term Follow Up of Idiopathic Ventricular Fibrillation Ablation*. Journal of the American College of Cardiology Vol. 54, No. 6, 2009
- 16) Wellens HL. *Early Repolarization Revisited*. N Engl J Med 2008; 358: 19 -26
- 17) Haïssaguerre M, Derval N. *Sudden Cardiac Arrest Associated with Early Repolarization*. N Engl J Med 2008; 358: 2016- 23
- 18) Nam GB, Antzelevitch C. *Augmentation of J Waves and Electrical Storms in Patients with Early Repolarization*. N Engl J Med 2008; 358: 27 – 31
- 19) Faisal M, Reddy Y. *Ability of Terminal QRS Notching to Distinguish Benign from Malignant Electrocardiographic Forms of Early Repolarization*. Am J Cardiol 2009;104:1402-1406
- 20) Pelliccia A, Maron BJ. *Outcomes in Athletes with Marked ECG Repolarization Abnormalities*. N Engl J Med 2008; 358: 152 – 161
- 21) Martín M, Moris de la Tasa C. *Rendimiento del estudio electrocardiográfico en el reconocimiento de futbolistas federados de una comunidad autónoma*. Rev Esp Cardiol 2008; 61 (4): 426-9